(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
9 octobre 2003 (09.10.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/083769 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : G06K 19/077, 19/073

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR03/00923

(22) Date de dépôt international : 24 mars 2003 (24.03.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

02/03916	28 mars 2002 (28.03.2002)	FR
02/06514	28 mai 2002 (28.05.2002)	FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **OBERTHUR CARD SYSTEMS S.A.** [FR/FR]; 102, boulevard Malesherbes, F-75017 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **SUREAUD, Jean** [FR/FR]; 3646, route de St Jeannet, CD 118, F-06700 Saint Laurent du VAR (FR).

(74) Mandataire : **SANTARELLI**; 14, avenue de la Grande-Armée, Boîte postale 237, F-75822 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés *(national)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(régional)* : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

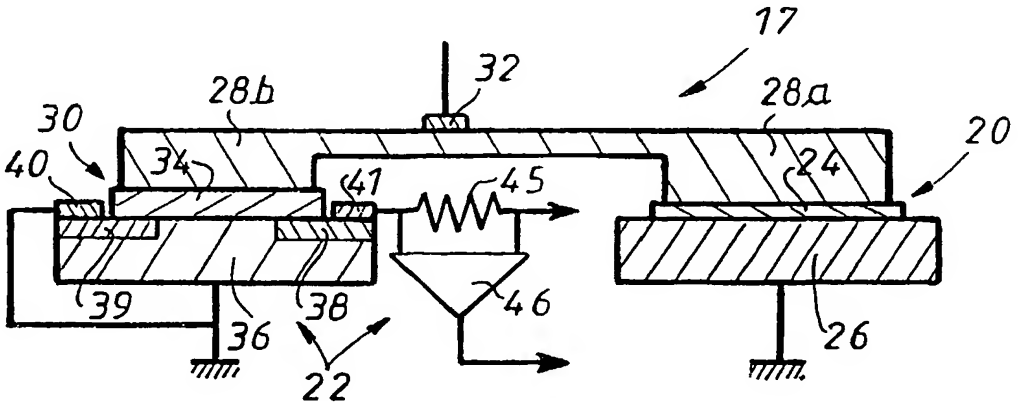
— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** TIME-MEASUREMENT SECURED TRANSACTIONAL ELECTRONIC ENTITY

(54) **Titre :** ENTITE ELECTRONIQUE TRANSACTIONNELLE SECURISEE PAR MESURE DU TEMPS



(57) **Abstract:** An electronic entity such as a chip card containing time measurement means. The electronic entity comprises a capacitative component (20) having a leak through the dielectric area thereof and being able to be charged when the entity is coupled to an electric power source and a means (22) for measuring the residual charge of the capacitative component which is implemented in a subsequent measure.

(57) **Abrégé :** Entité électronique telle que carte à microcircuit contenant des moyens de mesure du temps. L'entité électronique comporte un composant capacitif (20) présentant une fuite au travers de son espace diélectrique, susceptible d'être chargé lorsque l'entité est couplée à une source d'énergie électrique et un moyen de mesure (22) de la charge résiduelle du composant capacitif, mis en œuvre lors d'une mesure subséquente.

WO 03/083769 A1

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

" Entité électronique transactionnelle sécurisée par mesure du temps "

L'invention concerne une entité électronique transactionnelle et a notamment pour objet un perfectionnement apporté à une telle entité électronique pour que celle-ci puisse élaborer une indication au moins en partie représentative d'un temps écoulé entre deux évènements, ce perfectionnement étant remarquable par son niveau d'intégration et son fonctionnement autonome, c'est-à-dire indépendant de tout système extérieur de mesure du temps (générateur de signal d'horloge ou analogue) et par conséquent relativement inviolable. A titre d'exemple, l'invention peut s'appliquer à toute entité électronique transactionnelle autonome comme, par exemple, une carte à microcircuit, comportant des moyens lui permettant d'être couplée au moins temporairement à une source d'énergie électrique pour la mise en œuvre d'une transaction. L'invention peut notamment permettre de déterminer le temps qui s'écoule entre deux transactions successives, la connaissance de cette donnée supplémentaire permettant de détecter une tentative de fraude et par conséquent de sécuriser davantage les transactions. Par transaction on entend de façon très générale un quelconque échange de données entre l'entité électronique en question et tout serveur hébergeant un logiciel capable de piloter ladite transaction, à savoir, par exemple, un ordinateur, un automate équipé d'un lecteur de carte à microcircuit, ou tout autre équipement capable d'échanger des informations avec une telle carte à microcircuit ou une entité électronique transactionnelle équivalente. Il est à noter que l'invention est intéressante dans ce contexte, par le fait que les moyens permettant de déterminer le temps qui s'écoule entre deux transactions peuvent se situer dans l'entité électronique transactionnelle autonome et ne nécessitent aucune source d'énergie électrique intégrée à ladite entité.

Le propre d'une transaction sécurisée est de prendre en compte certains paramètres comme, par exemple, l'identité du porteur de l'entité électronique transactionnelle autonome (la carte à microcircuit), la connaissance d'un code connu du porteur, ou encore un intervalle de temps considéré comme normal ou anormal, entre deux évènements. Par exemple, les transactions qui ne contiennent pas une indication du moment où elles ont été effectuées sont

considérées comme beaucoup moins sûres, voire inacceptables dans certains cas. L'invention apporte une solution à ce type de problème.

Plus spécifiquement, l'invention concerne une entité électronique transactionnelle caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un sous-ensemble comprenant un composant capacitif présentant une fuite au travers de son espace diélectrique, des moyens permettant de coupler ledit composant capacitif à une source d'énergie électrique pour être chargé par ladite source d'énergie électrique et un moyen de mesure de la charge résiduelle dudit composant capacitif, ladite charge résiduelle étant au moins en partie représentative d'un temps écoulé après que ledit composant capacitif ait été découplé de ladite source d'énergie électrique.

Dans le cas d'une entité électronique autonome, comme par exemple une carte à microcircuit, l'entité électronique dans son ensemble comporte des moyens lui permettant d'être couplée à une source d'énergie électrique et, dans ce cas, ledit composant capacitif du sous-ensemble ne peut être chargé que lorsque l'entité électronique est couplée à la source d'énergie électrique. Celle-ci est extérieure à l'entité. Par exemple, l'entité électronique pourra être pourvue d'un moyen de commutation pour découpler ledit composant capacitif de la source d'énergie électrique, cet évènement initialisant la mesure du temps. Plus généralement, la mesure du temps, c'est-à-dire la variation de charge du composant capacitif commence dès lors que, après avoir été chargé, celui-ci se trouve électriquement isolé de tout autre circuit et ne peut plus se décharger qu'à travers son propre espace diélectrique.

Cependant, même si physiquement la charge résiduelle mesurée est liée à l'intervalle de temps écoulé entre l'isolement de l'élément capacitif et une mesure donnée de sa charge résiduelle, un intervalle de temps mesuré (qui sera considéré comme normal ou anormal ou qui pourra de toute façon être pris en compte pour déterminer si l'utilisation qui est faite de l'entité électronique est normale ou anormale) peut être déterminé entre deux mesures, la première mesure déterminant en quelque sorte une charge résiduelle de référence. Le moyen de mesure est mis en œuvre lorsqu'on désire connaître un temps écoulé.

Par exemple, la sécurité d'une transaction peut être améliorée s'il est possible de prendre en compte le temps qui s'est écoulé entre deux transactions

mettant en œuvre la même entité électronique autonome, par exemple une carte à microcircuit telle qu'une carte bancaire ou une carte de contrôle d'accès ou autre.

Ainsi, si l'instant auquel la transaction s'est effectuée peut être mémorisé par un serveur ou un système central et si l'entité autonome est capable d'évaluer le temps qui s'écoule entre deux transactions, la comparaison de ces données peut permettre d'augmenter la sécurité de la transaction, c'est-à-dire de détecter une tentative de fraude qui ne pourrait prendre en compte la connaissance de ces paramètres.

Or, la plupart des cartes à microcircuit ne peuvent vérifier l'information relative au temps, qui pourrait leur être fournie lors d'une transaction, pour la simple raison qu'elles ne disposent pas d'horloge interne capable de fonctionner lorsqu'elles sont hors tension. Ce problème trouve un début de solution si la carte à microcircuit est équipée d'un accumulateur électrique, sous forme de film, logé dans l'épaisseur de la carte en matière plastique. Cette solution est cependant coûteuse, fragile compte tenu de sa construction, mais aussi vulnérable puisqu'un fraudeur peut facilement avoir accès à la source d'énergie et par conséquent aux valeurs du courant qui est, comme on sait, l'un des moyens classiques (connu sous l'appellation DPA pour Differential Power Analysis, en anglais) permettant de casser un processus cryptographique.

L'invention permet à une telle entité de donner une information sur le temps qui sépare deux transactions tout en assurant la validité de cette information. L'idée de base de l'invention consiste à mesurer le temps entre deux transactions par des moyens qui ne nécessitent pas d'avoir recours à une alimentation électrique interne.

Plus précisément, l'invention concerne une entité électronique transactionnelle autonome comportant des moyens lui permettant d'être couplée à une source d'énergie électrique extérieure, pour mise en œuvre d'une transaction, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un sous-ensemble comprenant un composant capacitif présentant une fuite au travers de son espace diélectrique, connecté pour être chargé par ladite source d'énergie électrique extérieure au cours d'une transaction et un moyen de mesure de la

charge résiduelle dudit composant capacitif, ladite charge résiduelle étant au moins en partie représentative du temps écoulé depuis la dernière transaction.

Selon un mode de réalisation préféré, le moyen de mesure comprend un transistor à effet de champ dont la grille est connectée à une borne dudit composant capacitif, c'est-à-dire à une "armature" d'une capacité. Une telle capacité peut être réalisée en technologie MOS dont l'espace diélectrique est constitué par un oxyde de silicium. Dans ce cas, il est avantageux que le transistor à effet de champ soit réalisé également en technologie MOS. La grille du transistor à effet de champ et l'"armature" du composant capacitif MOS sont reliées et constituent une sorte de grille flottante qui peut être connectée à un composant permettant d'injecter des porteurs de charge. On peut aussi faire en sorte qu'il n'existe aucune connexion électrique à proprement parler avec l'environnement extérieur. La connexion de la grille flottante peut être remplacée par une grille de contrôle (électriquement isolée) qui vient charger la grille flottante, par exemple par effet tunnel ou par "porteurs chauds". Cette grille permet de faire transiter des porteurs de charge vers la grille flottante commune au transistor à effet de champ et au composant capacitif. Cette technique est bien connue des fabricants de mémoires de type EPROM ou EEPROM. La grille commune flottante reste isolée pendant le temps qui s'écoule entre deux connexions ou couplages à une source d'énergie extérieure, c'est-à-dire à l'occasion de deux transactions successives. Le transistor et le composant capacitif peuvent alors constituer une unité intégrée au microcircuit ou faisant partie d'un autre microcircuit logé dans la même entité autonome.

Pendant une transaction, lorsque l'entité électronique autonome est encore couplée à une source d'énergie électrique extérieure, le composant capacitif est chargé à une valeur prédéterminée, connue ou mesurée et mémorisée, et le moyen de mesure est relié à une borne de ce composant capacitif. A la fin de la transaction, le moyen de mesure, notamment le transistor à effet de champ, n'est plus alimenté mais sa grille reliée à la borne du composant capacitif est portée à une tension correspondant à la charge de celui-ci. Pendant toute la période de temps qui sépare deux transactions, le composant capacitif se décharge lentement au travers de son propre espace diélectrique de sorte que la tension appliquée sur la grille du transistor à effet de

champ diminue progressivement. Au moment où l'entité électronique est à nouveau connectée à une source d'énergie électrique pour la mise en œuvre d'une nouvelle transaction, une tension électrique est appliquée entre le drain et la source du transistor à effet de champ. Ainsi, un courant électrique allant du drain vers la source (ou dans le sens contraire selon les cas) est engendré et peut être recueilli et analysé. La valeur du courant électrique mesuré dépend des paramètres technologiques du transistor à effet de champ et de la différence de potentiel entre le drain et la source, mais aussi de la tension entre la grille et le substrat. Le courant dépend donc des porteurs de charge accumulés dans la grille flottante commune au transistor à effet de champ et au composant capacitif. Par conséquent, ce courant de drain est aussi représentatif du temps qui s'est écoulé entre les deux transactions.

Le courant de fuite d'une telle capacité dépend bien sûr de l'épaisseur de son espace diélectrique mais également de tout autre paramètre dit technologique tel que les longueurs et surfaces de contact des éléments du composant capacitif. Il faut également prendre en compte l'architecture tridimensionnelle des contacts de ces parties qui peuvent induire des phénomènes ayant comme particularité de modifier les paramètres du courant de fuite (par exemple la modification de la valeur de la capacité dite tunnel). Le type et la quantité des dopants et des défauts peuvent être modulés pour modifier les caractéristiques du courant de fuite. Les variations de température ont aussi une influence, plus précisément la moyenne des apports d'énergie calorifique appliqués à la carte entre deux transactions, c'est-à-dire pendant le temps qu'on cherche à déterminer. En fait, tout paramètre intrinsèque à la technologie MOS peut être source de modulation du processus de la mesure du temps. En ce qui concerne les apports calorifiques, cependant, si le diélectrique est d'épaisseur très faible (inférieure à 5 nanomètres), le sous-ensemble correspondant est pratiquement insensible à la température mais la fuite, relativement importante, est telle qu'on ne peut mesurer que des périodes de temps relativement faibles, de l'ordre de quelques minutes ou moins. Un tel sous-ensemble à fuite élevée indépendante de la température, peut cependant être retenu pour la détection de certains types de fraude. Par exemple, ce type de composant capacitif peut permettre de détecter des remises à zéro

successives très rapprochées dans le temps qui sont caractéristiques de certaines attaques dites DPA mentionnées ci-dessus.

Pour mesurer des temps plus longs, il est nécessaire d'utiliser un composant capacitif ayant un espace diélectrique d'épaisseur plus importante. Dans ce cas, la fuite est sensible aux variations de température. Pour obtenir une information sensiblement uniquement représentative du temps, on prévoit au moins deux sous-ensembles tels que définis ci-dessus, exploités "en parallèle". Les deux composants capacitifs sensibles à la température sont définis avec des fuites différentes, toutes choses égales par ailleurs, c'est-à-dire que leurs espaces diélectriques (épaisseur de la couche d'oxyde de silicium) ont des épaisseurs différentes.

A cet effet, selon une disposition avantageuse de l'invention, l'entité électronique définie ci-dessus est caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux sous-ensembles précités comprenant des composants capacitifs présentant des fuites différentes au travers de leurs espaces diélectriques respectifs et en ce qu'elle comporte en outre des moyens de traitement des mesures des charges résiduelles respectives pour extraire desdites mesures une information sensiblement indépendante des apports calorifiques appliqués à ladite entité pendant le temps écoulé entre deux transactions précitées.

Par exemple, les moyens de traitement peuvent comporter un tableau de valeurs de temps mémorisées, ledit tableau étant adressé par lesdites mesures respectives. Autrement dit, chaque couple de mesures désigne une valeur de temps mémorisée indépendante de la température et des variations de température pendant la période mesurée. L'entité électronique comporte normalement une mémoire associée au microprocesseur et une partie de cette mémoire peut être utilisée pour mémoriser ledit tableau.

En variante, les moyens de traitement peuvent comporter un logiciel de calcul programmé pour exécuter une fonction prédéterminée permettant de calculer l'information temps, sensiblement indépendante des apports calorifiques, en fonction des deux mesures précitées.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre, donnée

uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma-bloc d'une carte à microcircuit équipée du perfectionnement selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma de principe d'un sous-ensemble précité ; et
- la figure 3 est un schéma-bloc d'une variante.

On a représenté une entité électronique transactionnelle autonome 11, ici une carte à microcircuit, comportant des moyens 12 lui permettant d'être couplée à une source d'énergie électrique extérieure 16. Dans l'exemple représenté, l'entité comporte des plages de raccordement métalliques susceptibles d'être connectées à une unité formant lecteur de carte. Deux de ces plages de raccordement 13a, 13b sont réservées à l'alimentation électrique du microcircuit, la source d'énergie électrique étant logée dans le serveur ou dispositif analogue auquel l'entité électronique autonome est momentanément raccordée. Ces plages de raccordement pourraient être remplacées par une antenne logée dans l'épaisseur de la carte et susceptible de fournir au microcircuit l'énergie électrique nécessaire à son alimentation tout en assurant la transmission bidirectionnelle de signaux radiofréquence permettant les échanges d'informations. Le microcircuit comprend un microprocesseur 14 classiquement associé à une mémoire 15.

S'agissant de l'invention, l'entité électronique comporte au moins un sous-ensemble 17 (ou est associée à un tel sous-ensemble) chargé de la mesure du temps. Le sous-ensemble 17 qui est représenté plus en détail à la figure 2 est donc logé dans l'entité électronique. Il peut faire partie du microcircuit et être réalisé dans la même technologie d'intégration que celui-ci. Dans l'exemple, ce sous-ensemble n'est relié à aucune source d'énergie électrique interne. Il ne peut donc être alimenté que lorsque l'entité électronique est effectivement couplée à un serveur ou un lecteur de carte, comportant une telle source d'énergie électrique. Cependant, si l'entité électronique doit être alimentée en permanence, le sous-ensemble 17 qui est chargé de la mesure du temps peut être alimenté ou non via des moyens de commutation permettant de la coupler à la source d'énergie électrique ou à l'isoler de celle-ci, ces moyens étant par

exemple partie intégrante du microprocesseur 14, ou constitués par des éléments de commutation gérés par lui.

Le sous-ensemble 17 comprend un composant capacitif 20 présentant une fuite au travers de son espace diélectrique 24 et un moyen de mesure 22 de la charge résiduelle de ce composant, ladite charge résiduelle étant au moins en partie représentative du temps écoulé après que le composant capacitif ait été découplé de la source d'énergie électrique, dans l'exemple entre deux transactions, c'est-à-dire entre deux opérations où la carte à microcircuit est effectivement couplée à un serveur, c'est-à-dire reliée à une source d'énergie électrique extérieure. Le composant capacitif est chargé par la source d'énergie électrique extérieure au cours d'une transaction, soit par connexion directe, comme dans l'exemple décrit, soit par tout autre moyen qui peut amener à charger la grille. L'effet tunnel est une méthode permettant de charger la grille sans connexion directe. Dans l'exemple, la charge du composant capacitif est pilotée par le microprocesseur 14.

Dans l'exemple, le composant capacitif est une capacité en technologie MOS. L'espace diélectrique 24 de cette capacité est constitué par une couche d'oxyde de silicium déposée à la surface d'un substrat 26 constituant l'une des armatures du condensateur. Ce substrat est ici connecté à la masse, c'est-à-dire à l'une des bornes d'alimentation de la source d'énergie électrique extérieure, lorsque celle-ci se trouve raccordée à la carte. L'autre armature du condensateur est un dépôt conducteur 28a appliqué sur l'autre face de la couche d'oxyde de silicium.

Par ailleurs, ledit moyen de mesure comprend essentiellement un transistor à effet de champ 30, ici réalisé en technologie MOS, comme la capacité, dont la grille est connectée à une borne du composant capacitif. Dans l'exemple, la grille est un dépôt conducteur 28b de même nature que le dépôt conducteur 28a qui constitue l'armature du composant capacitif. Ces deux dépôts sont reliés l'un à l'autre ou n'en constituent qu'un. Une connexion 32 reliée au microprocesseur 14 permet d'appliquer une tension à ces deux dépôts, pendant un court intervalle de temps nécessaire pour charger le composant capacitif. L'application de cette tension est pilotée par le microprocesseur. Plus généralement, la connexion 32 permet de charger l'élément capacitif 20 à un

moment choisi, sous la commande du microprocesseur et c'est à partir du moment où cette connexion de charge est coupée par le microprocesseur (ou lorsque l'entité électronique est découplée dans son ensemble de toute source d'alimentation électrique) que la décharge du composant capacitif au travers de son espace diélectrique commence, cette perte de charge électrique étant représentative du temps écoulé. La mesure du temps implique la mise en conduction momentanée du transistor 30, ce qui suppose la présence d'une source d'énergie électrique appliquée entre drain et source. Le transistor à effet de champ en technologie MOS comporte, outre la grille, un espace diélectrique de grille 34 séparant cette dernière d'un substrat 36 dans lequel sont définies une région de drain 38 et une région de source 39. L'espace diélectrique de grille 34 est constitué par une couche isolante d'oxyde de silicium. La connexion de source 40 appliquée à la région de source est reliée à la masse et au substrat, tandis que la connexion de drain 41 est reliée à un circuit de mesure du courant de drain qui comporte une résistance 45 aux bornes de laquelle sont connectées les deux entrées d'un amplificateur différentiel 46. La tension délivrée à la sortie de cet amplificateur est donc proportionnelle au courant de drain.

La grille 28b est mise en position flottante pendant le temps qui s'écoule entre deux couplages ou connexions à une source d'énergie extérieure, c'est-à-dire à l'occasion de deux transactions successives. Autrement dit, aucune tension n'est appliquée à la grille pendant cet intervalle de temps. En revanche, puisque la grille est connectée à une armature du composant capacitif 20, la tension de grille pendant cet intervalle de temps est égale à une tension qui se développe entre les bornes dudit composant capacitif et qui résulte d'une charge initiale de celui-ci réalisée sous le contrôle du microprocesseur au cours de la dernière transaction réalisée.

L'épaisseur de la couche isolante du transistor est notablement plus grande que celle du composant capacitif. Par exemple, elle est environ trois fois supérieure à celle du composant capacitif. Selon l'application envisagée, l'épaisseur de la couche isolante du composant capacitif est comprise entre 4 et 10 nanomètres, environ. Lorsque le composant capacitif est chargé par la source extérieure et après que la connexion de charge ait été coupée sous la commande du microprocesseur 14, la tension aux bornes du composant

capacitif 20 diminue lentement au fur et à mesure que ce dernier se décharge progressivement au travers de son propre espace diélectrique. La décharge au travers de l'espace diélectrique du transistor à effet de champ est négligeable compte tenu de l'épaisseur de ce dernier.

A titre d'exemple, si, pour une épaisseur d'espace diélectrique donnée, on charge la grille et l'armature du composant capacitif à 6 volts à l'instant t = 0, le temps associé à une perte de charge de 1 volt, c'est-à-dire un abaissement de la tension à une valeur de 5 volts, est de l'ordre de 24 secondes pour une épaisseur de 8 nanomètres.

Pour des épaisseurs différentes, on peut dresser le tableau suivant :

Durée	1 heure	1 journée	1 semaine	1 mois
Epaisseur d'oxyde	8,17 nm	8,79 nm	9,17 nm	9.43 nm
Précision sur le temps	1,85 %	2,09 %	2,24 %	3,10 %

La précision dépend de l'erreur commise sur la lecture du courant de drain (0,1 % environ). Ainsi, pour pouvoir mesurer des temps de l'ordre d'une semaine, on peut prévoir une couche d'espace diélectrique de l'ordre de 9 nanomètres.

La figure 2 montre une architecture particulière qui utilise une connexion directe à la grille flottante (28a, 28b) pour y appliquer un potentiel électrique et donc y faire transiter des charges. On peut aussi procéder à une charge indirecte, comme mentionné précédemment, grâce à une grille de contrôle remplaçant la connexion directe, selon la technologie utilisée pour la fabrication des cellules EPROM ou EEPROM.

La variante de la figure 3 prévoit trois sous-ensembles 17A, 17B, 17C, chacun associé au microprocesseur 14. Les sous-ensembles 17A et 17B comprennent des composants capacitifs présentant des fuites relativement faibles pour permettre des mesures de temps relativement long. Cependant, ces composants capacitifs sont sensibles aux variations de température, comme indiqué ci-dessus. Le troisième sous-ensemble 17C comporte un composant capacitif présentant un espace diélectrique très faible, inférieur à 5 nanomètres. Il est de ce fait insensible aux variations de température. Les deux composants capacitifs des sous-ensembles 17A, 17B présentent des fuites différentes au

travers de leurs espaces diélectriques respectifs. En outre, l'entité électrique autonome comporte des moyens de traitement des mesures des charges résiduelles respectives présentes dans les composants capacitifs des deux premiers sous-ensembles 17A, 17B, ces moyens de traitement étant agencés pour extraire desdites mesures une information représentative des temps et sensiblement indépendante des apports calorifiques appliqués à ladite entité pendant le temps écoulé entre deux transactions successives précitées. Dans l'exemple, ces moyens de traitement se confondent avec le microprocesseur 14 et la mémoire 15. En particulier, un espace de cette dernière est réservé à la mémorisation d'un tableau T à double entrée de valeurs de temps et ce tableau est adressé par les deux mesures respectives. Autrement dit, une partie de la mémoire comporte un ensemble de valeurs de temps et chaque valeur correspond à un couple de mesures résultant de la lecture du courant de drain de chacun des deux transistors des sous-ensembles 17A, 17B sensibles à la température.

Ainsi, pendant une transaction, par exemple vers la fin de celle-ci, les deux composants capacitifs sont chargés, à une valeur de tension prédéterminée par la source d'énergie électrique extérieure, via le microprocesseur 14. Lorsque la carte à microcircuit est découplée du serveur ou lecteur de carte, les deux composants capacitifs restent chargés mais commencent à se décharger au travers de leurs propres espaces diélectriques respectifs et, au fur et à mesure que le temps s'écoule, sans que la carte à microcircuit soit utilisée, la charge résiduelle de chacun des composants capacitifs décroît mais différemment dans l'un ou l'autre, en raison des fuites différentes déterminées par construction.

Lorsque la carte est à nouveau couplée à une source d'énergie électrique à l'occasion d'une nouvelle transaction, les charges résiduelles des deux composants capacitifs sont représentatives du même intervalle de temps que l'on cherche à déterminer mais diffèrent en raison des variations de température qui ont pu se produire pendant toute cette période de temps. Au moment de la réutilisation de la carte, les deux transistors à effet de champ de ces deux sous-ensembles sont alimentés et les valeurs des courants de drain sont lues et traitées par le microcircuit. Pour chaque couple de valeurs de courant de drain,

le microcircuit va chercher en mémoire, dans ledit tableau, la valeur de temps correspondante. Cette valeur de temps est ensuite comparée avec la valeur disponible dans le serveur et la transaction n'est autorisée que si ces deux valeurs coïncident ou sont relativement proches.

Il n'est pas nécessaire de mémoriser le tableau T. Par exemple, les moyens de traitement, c'est-à-dire essentiellement le microprocesseur 14, peuvent comporter une partie de logiciel de calcul d'une fonction prédéterminée permettant de déterminer ladite information sensiblement indépendante des apports calorifiques en fonction des deux mesures.

Le troisième sous-ensemble 17C comporte, comme on l'a vu, un espace diélectrique extrêmement mince le rendant insensible aux variations de température. Ce sous-ensemble peut être utilisé, sous le contrôle du microprocesseur 14, pour détecter des remises à zéro répétées qui se produisent souvent lors d'une attaque de type DPA.

D'autres variantes sont possibles. Notamment si on veut simplifier le sous-ensemble 17, on peut envisager de supprimer le composant capacitif 20 en tant que tel car le transistor à effet de champ 30 peut lui-même être considéré comme un composant capacitif avec la grille 28b et le substrat 36 en tant qu'armatures, ces dernières étant séparées par l'espace diélectrique 34. Dans ce cas, on peut considérer que ledit composant capacitif et ledit moyen de mesure sont confondus.

REVENDICATIONS

1. Entité électronique transactionnelle caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un sous-ensemble (17) comprenant un composant capacitif (20) présentant une fuite au travers de son espace diélectrique, des moyens permettant de coupler ledit composant capacitif à une source d'énergie électrique pour être chargé par ladite source d'énergie électrique et un moyen de mesure (22) de la charge résiduelle dudit composant capacitif, ladite charge résiduelle étant au moins en partie représentative d'un temps écoulé après que ledit composant capacitif ait été découplé de ladite source d'énergie électrique.

2. Entité électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen de commutation pour découpler ledit composant capacitif de ladite source d'énergie électrique.

3. Entité électronique selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit moyen de mesure est mis en œuvre lorsqu'on désire connaître un temps écoulé.

4. Entité électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est autonome et en ce que ladite source d'énergie électrique lui est extérieure.

5. Entité électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit composant capacitif étant chargé au cours d'une transaction, ledit moyen de mesure est mis en œuvre au cours d'une telle transaction pour fournir une information au moins en partie représentative du temps écoulé depuis la dernière transaction.

6. Entité électronique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit moyen de mesure comprend un transistor à effet de champ (30) dont la grille est connectée à une borne dudit composant capacitif.

7. Entité électronique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit composant capacitif (20) est une capacité en technologie MOS dont l'espace diélectrique est constitué par un oxyde de silicium.

8. Entité électronique selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que ledit transistor à effet de champ est réalisé en technologie MOS, ladite grille

(28b) étant mise en position flottante pendant le temps qui s'écoule entre deux connexions ou couplages à une source d'énergie extérieure, à l'occasion de deux transactions successives.

9. Entité électronique selon l'ensemble des revendications 7 et 8, caractérisée en ce que ledit transistor à effet de champ comporte une couche isolante entre l'électrode de grille et un substrat, en ce que ledit composant capacitif comporte une couche isolante (24) formant l'espace diélectrique précité disposé entre une armature (28a) et un substrat (26), et en ce que ladite armature et ladite électrode de grille sont interconnectées.

10. Entité électronique selon la revendication 9, caractérisée en ce que l'épaisseur de la couche isolante (34) dudit transistor est notablement plus grande que celle (24) dudit composant capacitif.

11. Entité électronique selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'épaisseur de ladite couche isolante dudit transistor est environ trois fois supérieure à celle dudit composant capacitif.

12. Entité électronique selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'épaisseur de la couche isolante dudit composant capacitif est comprise entre 4 et 10 nanomètres.

13. Entité électronique selon l'une des revendications 5 à 12, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux sous-ensembles (17A, 17B) précités comprenant des composants capacitifs présentant des fuites différentes au travers de leurs espaces diélectriques respectifs et en ce qu'elle comporte en outre des moyens de traitement (14, 15, T) des mesures des charges résiduelles respectives pour extraire desdites mesures une information sensiblement indépendante des apports calorifiques appliqués à ladite entité pendant le temps écoulé entre deux transactions précitées.

14. Entité électronique selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits moyens de traitement comportent un tableau de valeurs de temps (T) mémorisées, adressé par lesdites mesures respectives.

15. Entité électronique selon la revendication 14, caractérisée en ce qu'elle comporte un espace mémoire définissant ledit tableau.

16. Entité électronique selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits moyens de traitement comportent un logiciel de calcul d'une fonction

prédéterminée pour déterminer ladite information sensiblement indépendante des apports calorifiques en fonction desdites mesures.

17. Entité électronique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une carte à microcircuit.

FIG. 1

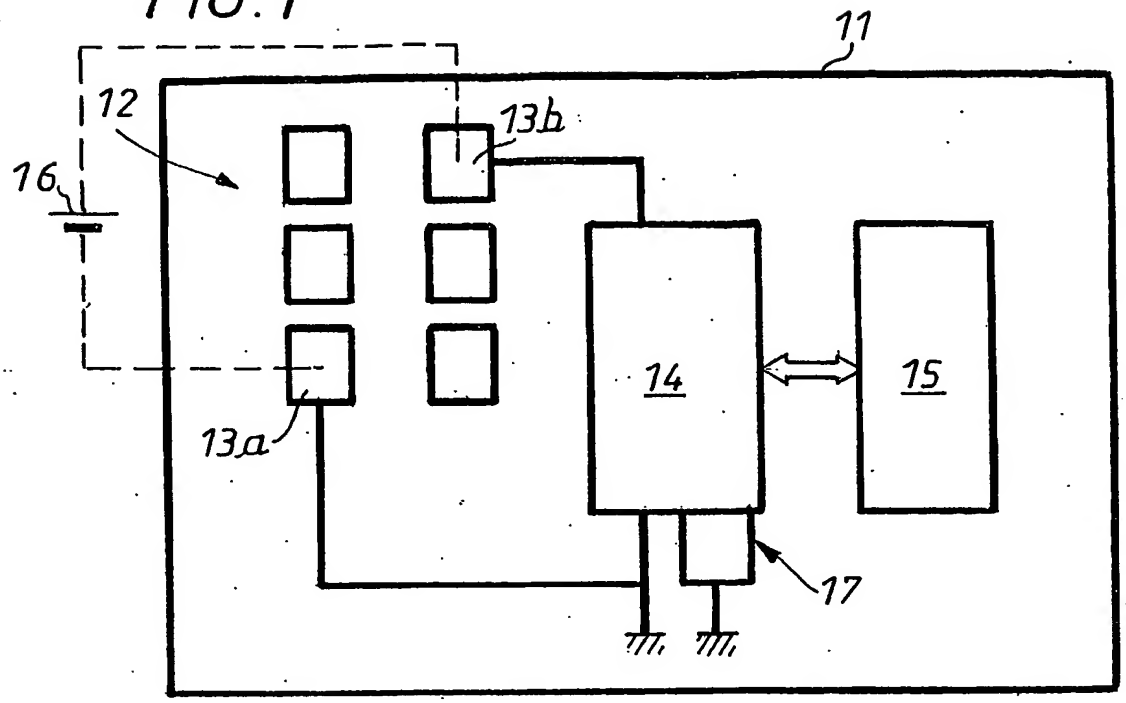


FIG. 2

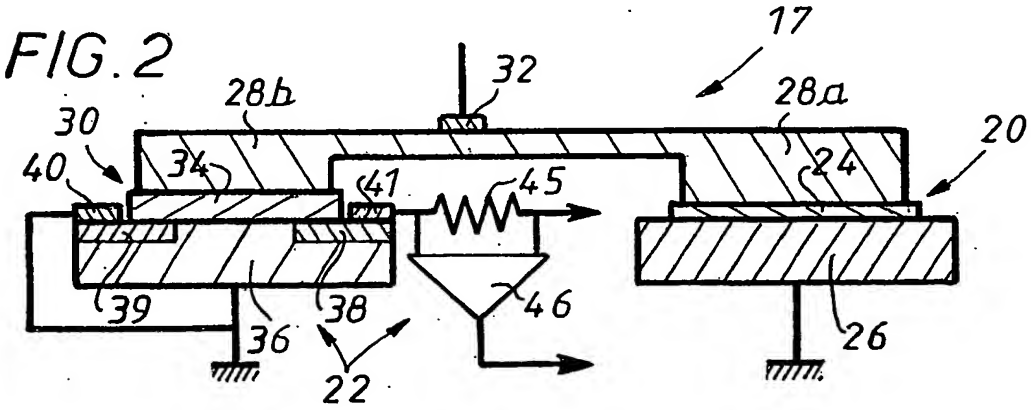
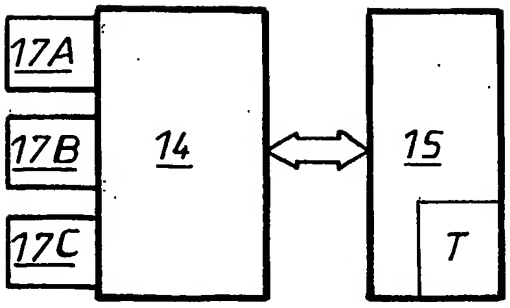


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati Application No
PCT/FR 03/00923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K19/077 G06K19/073

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 14 159 C (SIEMENS AG) 20 July 1995 (1995-07-20) page 3, line 29 -page 7, line 30; figure 1	1
A	FR 2 693 014 A (MONETEL) 31 December 1993 (1993-12-31) the whole document	1
A	FR 2 776 410 A (GEMPLUS CARD INT) 24 September 1999 (1999-09-24) abstract; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 August 2003	29/08/2003

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Degraeve, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati Appl on No
PCT/FR 03/00923

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4414159	C	20-07-1995	DE	4414159 C1	20-07-1995
			EP	0678820 A2	25-10-1995
FR 2693014	A	31-12-1993	FR	2693014 A1	31-12-1993
FR 2776410	A	24-09-1999	FR	2776410 A1	24-09-1999
			CA	2323006 A1	30-09-1999
			CN	1288548 T	21-03-2001
			EP	1062633 A1	27-12-2000
			WO	9949416 A1	30-09-1999
			JP	2002508549 T	19-03-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No PCT/FR 03/00923

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G06K19/077 G06K19/073

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G06K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 44 14 159 C (SIEMENS AG) 20 juillet 1995 (1995-07-20) page 3, ligne 29 -page 7, ligne 30; figure 1	1
A	FR 2 693 014 A (MONETEL) 31 décembre 1993 (1993-12-31) le document en entier	1
A	FR 2 776 410 A (GEMPLUS CARD INT) 24 septembre 1999 (1999-09-24) abrégé; figure 1	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
22 août 2003	29/08/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Degraeve, A

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale
PCT/FR 03/00923

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
DE 4414159	C	20-07-1995	DE	4414159 C1	20-07-1995
			EP	0678820 A2	25-10-1995
FR 2693014	A	31-12-1993	FR	2693014 A1	31-12-1993
FR 2776410	A	24-09-1999	FR	2776410 A1	24-09-1999
			CA	2323006 A1	30-09-1999
			CN	1288548 T	21-03-2001
			EP	1062633 A1	27-12-2000
			WO	9949416 A1	30-09-1999
			JP	2002508549 T	19-03-2002